

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Charles BALLERON, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/776,290

EXAMINER:

FILED: February 12, 2004

FOR: MAKING TURBOMACHINE TURBINES HAVING BLADE INSERTS WITH RESONANT FREQUENCIES THAT ARE ADJUSTED TO BE DIFFERENT, AND A METHOD OF ADJUSTING THE RESONANT FREQUENCY OF A TURBINE BLADE INSERT

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
FRANCE	03 01715	February 13, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

P. J. Signore

Philippe J.C. Signore

Registration No. 43,922

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 09 FEV. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Planche', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Martine PLANCHE

**INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE**

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USPTO).

INPI 13 FEV 2003
75 INPI PARIS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

0301715

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa
N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 1/2

R1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 300301


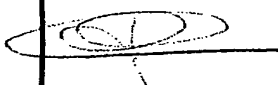
REMISE DES PIÈCES DATE 13 FEV 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0301715 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 13 FEV. 2003 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET BEAU DE LOMENIE 158, rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07	
Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i> H105790/486.JJJ			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) "Réalisation de turbines pour turbomachines ayant des aubes à fréquences de résonance ajustées différentes et procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube de turbine"			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		SNECMA MOTEURS	
Prénoms			
Forme juridique		Société anonyme	
N° SIREN		_____	
Code APE-NAF		_____	
Adresse	Rue	2, boulevard du Général Martial Valin	
	Code postal et ville	75015 PARIS	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

R2

REMISE DES PIÈCES DATE 13 FEV 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0301715 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	DB 540 W / 300301
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		H105790/486.JJJ	
6 MANDATAIRE			
Nom			
Prénom			
Cabinet ou Société		CABINET BEAU DE LOMENIE	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	158, rue de l'Université	
	Code postal et ville	75 340 PARIS CEDEX 07	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01.44.18.89.00	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01.44.18.04.23	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Jean-Jacques JOLY CPI n° 92.1123 	VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 

Titre de l'invention

Réalisation de turbines pour turbomachines ayant des aubes à fréquences de résonance ajustées différentes et procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube de turbine.

5

Arrière-plan de l'invention

L'invention se rapporte aux turbomachines, notamment aux turbines aéronautiques et aux turbines à gaz industrielles. Plus particulièrement, l'invention concerne les turbines de telles turbomachines et, plus précisément encore, l'ajustement de la fréquence de résonance des aubes de turbines.

Habituellement, les aubes de turbines comprennent une pale reliée à une plate-forme externe et à une plate-forme interne qui se prolonge par un pied pour la fixation de l'aube au rotor de turbine.

Il est important d'éviter l'apparition de vibrations indésirables dans les turbines de turbomachine, et notamment de vibrations causées par des phénomènes de résonance, pour les différents régimes de fonctionnement de la turbomachine.

Or, compte tenu des contraintes en termes de respect du profil aérodynamique de la pale et de masse et encombrement, les possibilités d'ajustement de la fréquence de résonance des aubes en jouant sur leur géométrie sont limitées.

Objet et résumé de l'invention

L'invention a pour but de proposer un procédé de réalisation d'une turbine pour turbomachine permettant de prévenir l'apparition de vibrations indésirables.

L'invention a aussi pour but de proposer un procédé offrant une plus grande latitude d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube de turbine, sans pénaliser celle-ci du point de vue de ses caractéristiques aérodynamiques, et de sa masse.

L'invention a encore pour but de proposer une turbine pour turbomachine présentant un risque fortement diminué d'apparition de vibrations indésirables, sans dégradation de ses performances.

Selon un premier aspect, l'invention a pour objet un procédé pour la réalisation d'une turbine pour turbomachine, la turbine

Arrière-plan de l'invention

5 L'invention se rapporte aux turbomachines, notamment aux turbines aéronautiques et aux turbines à gaz industrielles. Plus particulièrement, l'invention concerne les turbines de telles turbomachines et, plus précisément encore, l'ajustement de la fréquence de résonance des aubes de turbines.

10 Habituellement, les aubes de turbines comprennent une pale reliée à une plate-forme externe et à une plate-forme interne qui se prolonge par un pied pour la fixation de l'aube au rotor de turbine.

Il est important d'éviter l'apparition de vibrations indésirables dans les turbines de turbomachine, et notamment de vibrations causées par des phénomènes de résonance, pour les différents régimes de fonctionnement de la turbomachine.

15 Or, compte tenu des contraintes en termes de respect du profil aérodynamique de la pale et de masse et encombrement, les possibilités d'ajustement de la fréquence de résonance des aubes en jouant sur leur géométrie sont limitées.

Objet et résumé de l'invention

L'invention a pour but de proposer un procédé de réalisation d'une turbine pour turbomachine permettant de prévenir l'apparition de vibrations indésirables.

25 L'invention a aussi pour but de proposer un procédé offrant une plus grande latitude d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube de turbine, sans pénaliser celle-ci du point de vue de ses caractéristiques aérodynamiques, et de sa masse.

30 L'invention a encore pour but de proposer une turbine pour turbomachine présentant un risque fortement diminué d'apparition de vibrations indésirables, sans dégradation de ses performances.

Selon un premier aspect, l'invention a pour objet un procédé pour la réalisation d'une turbine pour turbomachine, la turbine comprenant au moins une roue mobile munie d'aubes, procédé selon lequel on utilise pour la ou chaque roue mobile des aubes comportant

comprenant au moins une roue mobile munie d'aubes, procédé selon lequel on utilise pour la ou chaque roue mobile des aubes comportant chacune au moins deux pales réunies à une plate-forme externe, une
40 plate-forme interne et un pied communs, et on confère volontairement aux pieds d'aubes appartenant à une même roue et/ou aux pieds d'aubes appartenant à deux roues différentes des configurations différentes pour ajuster les fréquences de résonance propres de ces aubes à des valeurs sensiblement différentes et réaliser ainsi un désaccordage entre aubes
45 d'une même roue et/ou de deux roues différentes.

L'utilisation d'un pied commun à plusieurs pales offre une meilleure possibilité de jouer sur le dimensionnement du pied pour ajuster la fréquence de résonance d'une aube avec une moindre pénalisation possible en terme de masse pour une roue de turbine complète, en
50 comparaison avec une roue formée traditionnellement d'aubes monopales.

On peut donc ainsi réaliser plus aisément un désaccordage entre fréquences de résonance d'aubes d'une même roue mobile ou entre fréquences de résonance d'aubes appartenant à des roues mobiles différentes, ce qui réduit les risques d'apparition de vibration.

55 Selon un mode particulier de réalisation du procédé, on utilise des aubes dont au moins certaines ont un pied creux dans lequel est formé un évidement. On peut alors conférer des configurations différentes à des aubes au niveau des évidements de leurs pieds.

On peut toutefois aussi utiliser des aubes dont certaines ont un
60 pied plein dépourvu d'évidement, par exemple en ayant des aubes à pieds creux et des aubes à pieds pleins dans des roues différentes, voire dans une même roue.

Selon un autre de ses aspects, l'invention a pour objet un procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube mobile de
65 turbine pour turbomachine, procédé dans lequel on réalise l'aube avec au moins deux pales réunies avec une plate-forme interne, une plate-forme externe et un pied communs et on aménage la forme du pied pour ajuster la fréquence de résonance propre de l'aube.

Selon un mode particulier de mise en œuvre du procédé, on
70 ajuste la fréquence de résonance propre de l'aube en formant un évidement dans le pied de l'aube. Par exemple, on réalise l'aube avec un pied en forme de bulbe et on ajuste la fréquence de résonance par action

chacune au moins deux pales réunies à une plate-forme externe, une plate-forme interne et un pied communs, et on confère volontairement aux pieds d'aubes appartenant à une même roue et/ou aux pieds d'aubes appartenant à deux roues différentes des configurations différentes pour
5 ajuster les fréquences de résonance propres de ces aubes à des valeurs sensiblement différentes et réaliser ainsi un désaccordage entre aubes d'une même roue et/ou de deux roues différentes.

L'utilisation d'un pied commun à plusieurs pales offre une meilleure possibilité de jouer sur le dimensionnement du pied pour ajuster
10 la fréquence de résonance d'une aube avec une moindre pénalisation possible en terme de masse pour une roue de turbine complète, en comparaison avec une roue formée traditionnellement d'aubes monopales.

On peut donc ainsi réaliser plus aisément un désaccordage entre fréquences de résonance d'aubes d'une même roue mobile ou entre
15 fréquences de résonance d'aubes appartenant à des roues mobiles différentes, ce qui réduit les risques d'apparition de vibration.

Selon un mode particulier de réalisation du procédé, on utilise des aubes dont au moins certaines ont un pied creux dans lequel est formé un évidement. On peut alors conférer des configurations différentes
20 à des aubes au niveau des évidements de leurs pieds.

On peut toutefois aussi utiliser des aubes dont certaines ont un pied plein dépourvu d'évidement, par exemple en ayant des aubes à pieds creux et des aubes à pieds pleins dans des roues différentes, voire dans une même roue.

Selon un autre de ses aspects, l'invention a pour objet un procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube mobile de turbine pour turbomachine, procédé dans lequel on réalise l'aube avec au moins deux pales réunies avec une plate-forme interne, une plate-forme externe et un pied communs et on aménage la forme du pied pour ajuster
25 la fréquence de résonance propre de l'aube.
30

Selon un mode particulier de mise en œuvre du procédé, on ajuste la fréquence de résonance propre de l'aube en formant un évidement dans le pied de l'aube. Par exemple, on réalise l'aube avec un pied en forme de bulbe et on ajuste la fréquence de résonance par action
35 sur l'épaisseur de matière, de part et d'autre de l'évidement, au niveau d'une partie du pied en forme de col.

sur l'épaisseur de matière, de part et d'autre de l'évidement, au niveau d'une partie du pied en forme de col.

75 Avantageusement, dans le cas d'une aube de turbine destinée à une turbomachine ayant un compresseur haute-pression (HP) et un compresseur basse-pression (BP), la fréquence de résonance de l'aube est ajustée à une valeur supérieure de plus de 14 % au mode d'excitation correspondant à $N_2 - N_1$ où N_2 et N_1 sont les vitesses de rotation des compresseurs HP et BP.

80 Selon encore un autre aspect de l'invention, celle-ci a pour objet une turbine étagée pour turbomachine, laquelle turbine comprend au moins une roue mobile munie d'aubes qui comportent chacune au moins deux pales réunies à une plate-forme externe, une plate-forme interne et
85 un pied communs, turbine dans laquelle des pieds d'aubes d'une roue mobile et/ou de roues mobiles différentes présentent des configurations différentes telles que ces aubes ont des fréquences de résonance sensiblement différentes.

 Certaines au moins des aubes peuvent avoir un pied creux dans
90 lequel est formé un évidement. L'évidement peut s'ouvrir sur un côté au moins du pied et peut être borgne. Des configurations différentes peuvent alors être conférées aux pieds creux au niveau de leurs évidements.

 Toutefois, certaines des aubes peuvent avoir un pied plein dépourvu d'évidement.

95

Brève description des dessins

 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- 100 - la figure 1 est une vue schématique partielle en coupe d'une partie de turbomachine ;
 - la figure 2 est une vue agrandie d'une partie de la figure 1 ;
 - la figure 3 est une vue schématique en perspective d'une aube de turbine faisant application de l'invention ;
105 - la figure 4 est une vue schématique à échelle agrandie de la partie d'extrémité interne de l'aube de la figure 3 ;

Avantageusement, dans le cas d'une aube de turbine destinée à une turbomachine ayant un compresseur haute-pression (HP) et un compresseur basse-pression (BP), la fréquence de résonance de l'aube est ajustée à une valeur supérieure de plus de 14 % au mode d'excitation correspondant à $N_2 - N_1$ où N_2 et N_1 sont les vitesses de rotation des compresseurs HP et BP.

Selon encore un autre aspect de l'invention, celle-ci a pour objet une turbine étagée pour turbomachine, laquelle turbine comprend au moins une roue mobile munie d'aubes qui comportent chacune au moins deux pales réunies à une plate-forme externe, une plate-forme interne et un pied communs, turbine dans laquelle des pieds d'aubes d'une roue mobile et/ou de roues mobiles différentes présentent des configurations différentes telles que ces aubes ont des fréquences de résonance sensiblement différentes.

Certaines au moins des aubes peuvent avoir un pied creux dans lequel est formé un évidement. L'évidement peut s'ouvrir sur un côté au moins du pied et peut être borgne. Des configurations différentes peuvent alors être conférées aux pieds creux au niveau de leurs évidements.

Toutefois, certaines des aubes peuvent avoir un pied plein dépourvu d'évidement.

Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique partielle en coupe d'une partie de turbomachine ;
- la figure 2 est une vue agrandie d'une partie de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique en perspective d'une aube de turbine faisant application de l'invention ;
- la figure 4 est une vue schématique à échelle agrandie de la partie d'extrémité interne de l'aube de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue schématique à échelle agrandie montrant la disposition côte à côte dans une roue mobile de turbine de deux parties d'extrémité internes d'aubes telles que celle de la figure 3 ;

- la figure 5 est une vue schématique à échelle agrandie montrant la disposition côte à côte dans une roue mobile de turbine de deux parties d'extrémité internes d'aubes telles que celle de la figure 3 ;
- 110 - la figure 6 montre des courbes représentant la fréquence de résonance d'une aube telle que celle de la figure 3 et d'une aube monopale en fonction du régime de rotation ; et
- la figure 7 est une vue schématique à échelle agrandie de la partie d'extrémité interne d'une aube mobile selon un autre mode de
- 115 réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

La figure 1 montre très schématiquement, en demi-coupe méridienne, une turbine de turbomachine, par exemple de turboréacteur

120 d'avion.

De façon bien connue, la turbine 10 comprend une partie de turbine haute-pression (turbine HP) 12 couplée à un arbre (non représenté) d'entraînement en rotation d'un compresseur haute-pression (compresseur HP) également non représenté, et une partie de turbine

125 basse-pression (turbine BP) 16. Cette dernière comprend plusieurs étages avec des ensembles 18 d'aubes fixes 20 solidaires d'un stator externe 22 et des roues 24 d'aubes mobiles 40 reliées à un rotor 26. Le rotor 26 est couplé à un arbre (non représenté) d'entraînement en rotation d'un compresseur basse-pression (compresseur BP) également non représenté.

130 Comme le montre plus nettement la figure 2, les aubes fixes 20 comprennent une pale 30, une plate-forme externe 32 par laquelle l'aube est reliée au stator 22 et une plate-forme interne 34. Cette dernière est munie d'un revêtement abrasable 36 en regard de léchettes d'étanchéité 38 portées par le rotor 26.

135 Selon une caractéristique de l'invention, les aubes mobiles 40 sont des aubes multipales. Dans l'exemple illustré par la figure 3, chaque aube mobile 40 comprend deux pales 42, 44. Les pales 42, 44 sont réunies à leurs extrémités à une plate-forme externe 46 et à une plate-forme interne 48 communes. Un pied 60, commun aux pales 42, 44 fait

140 saillie du côté interne de la plate-forme 48 pour relier l'aube 40 au rotor 26.

- la figure 6 montre des courbes représentant la fréquence de résonance d'une aube telle que celle de la figure 3 et d'une aube monopale en fonction du régime de rotation ; et

5 - la figure 7 est une vue schématique à échelle agrandie de la partie d'extrémité interne d'une aube mobile selon un autre mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

10 La figure 1 montre très schématiquement, en demi-coupe méridienne, une turbine de turbomachine, par exemple de turboréacteur d'avion.

15 De façon bien connue, la turbine 10 comprend une partie de turbine haute-pression (turbine HP) 12 couplée à un arbre (non représenté) d'entraînement en rotation d'un compresseur haute-pression (compresseur HP) également non représenté, et une partie de turbine basse-pression (turbine BP) 16. Cette dernière comprend plusieurs étages avec des ensembles 18 d'aubes fixes 20 solidaires d'un stator externe 22 et des roues 24 d'aubes mobiles 40 reliées à un rotor 26. Le rotor 26 est couplé à un arbre (non représenté) d'entraînement en rotation d'un compresseur basse-pression (compresseur BP) également non représenté.

20 Comme le montre plus nettement la figure 2, les aubes fixes 20 comprennent une pale 30, une plate-forme externe 32 par laquelle l'aube est reliée au stator 22 et une plate-forme interne 34. Cette dernière est munie d'un revêtement abrasable 36 en regard de léchettes d'étanchéité 38 portées par le rotor 26.

30 Selon une caractéristique de l'invention, les aubes mobiles 40 sont des aubes multipales. Dans l'exemple illustré par la figure 3, chaque aube mobile 40 comprend deux pales 42, 44. Les pales 42, 44 sont réunies à leurs extrémités à une plate-forme externe 46 et à une plate-forme interne 48 communes. Un pied 60, commun aux pales 42, 44 fait saillie du côté interne de la plate-forme 48 pour relier l'aube 40 au rotor 26.

35 Du côté externe, la plate-forme externe 46 présente des léchettes d'étanchéité 50 en regard d'un revêtement abrasable 52 porté sur le stator 22 (figure 2).

Du côté externe, la plate-forme externe 46 présente des léchettes d'étanchéité 50 en regard d'un revêtement abrasable 52 porté sur le stator 22 (figure 2).

145 Dans le mode de réalisation illustré, le pied 60 est un pied creux en forme de bulbe. Le pied 60 présente un évidement borgne 62 formé sur une partie de son épaisseur. Comme le montre la figure 4, l'évidement 62 s'ouvre sur un côté 60a du pied, en l'espèce sur le côté aval (dans le sens d'écoulement des gaz dans la turbine). L'évidement s'ouvre
150 également à travers un orifice 63 à la base du pied 60. De la sorte, une circulation d'air peut être établie dans l'évidement 62, contribuant au refroidissement du pied et de la plate-forme interne de l'aube. Le pied creux peut être obtenu directement par fonderie de l'aube. L'évidement peut aussi être réalisé par usinage d'un pied plein.

155 La liaison entre l'aube 40 et le rotor 26 est réalisée par engagement du pied 60 dans un logement de forme correspondante formé à la périphérie d'un disque du rotor. Lorsque les aubes ont été assemblées au rotor pour former une roue complète, les faces externes des plates-formes internes 48 s'inscrivent dans la continuité de la surface
160 interne de la veine dans laquelle s'étendent les pales 42, 44. Par rapport à une roue comportant un même nombre de pales, mais avec des aubes monopales, le nombre de jeux entre aubes voisines est divisé par deux. Cela permet d'améliorer les performances de la turbine par diminution des fuites entre plates-formes d'aubes. L'étanchéité au niveau de la jonction
165 entre les plates-formes internes de deux aubes voisines peut être complétée par une pièce 54 formant déflecteur (figure 5). La pièce 54 est un secteur annulaire à profil en U inversé qui recouvre la jonction entre deux plates-formes internes adjacentes, en étant en contact avec les faces internes des parties d'extrémité de ces plates-formes, les ailes de la pièce
170 54 s'appuyant sur les flancs en regard des pieds 60 des deux aubes adjacentes.

En outre, la plate-forme externe 46 de l'aube 40 a une dimension circonférentielle supérieure à celle d'une plate-forme externe d'aube monopale. Cela permet de former une ou plusieurs léchettes
175 d'étanchéité 50 qui s'étendent de façon continue sur une plus grande distance en direction circonférentielle, donc offre une possibilité

Dans le mode de réalisation illustré, le pied 60 est un pied creux en forme de bulbe. Le pied 60 présente un évidement borgne 62 formé sur une partie de son épaisseur. Comme le montre la figure 4, l'évidement 62 s'ouvre sur un côté 60a du pied, en l'espèce sur le côté aval (dans le sens d'écoulement des gaz dans la turbine). L'évidement s'ouvre également à travers un orifice 63 à la base du pied 60. De la sorte, une circulation d'air peut être établie dans l'évidement 62, contribuant au refroidissement du pied et de la plate-forme interne de l'aube. Le pied creux peut être obtenu directement par fonderie de l'aube. L'évidement peut aussi être réalisé par usinage d'un pied plein.

La liaison entre l'aube 40 et le rotor 26 est réalisée par engagement du pied 60 dans un logement de forme correspondante formé à la périphérie d'un disque du rotor. Lorsque les aubes ont été assemblées au rotor pour former une roue complète, les faces externes des plates-formes internes 48 s'inscrivent dans la continuité de la surface interne de la veine dans laquelle s'étendent les pales 42, 44. Par rapport à une roue comportant un même nombre de pales, mais avec des aubes monopales, le nombre de jeux entre aubes voisines est divisé par deux. Cela permet d'améliorer les performances de la turbine par diminution des fuites entre plates-formes d'aubes. L'étanchéité au niveau de la jonction entre les plates-formes internes de deux aubes voisines peut être complétée par une pièce 54 formant déflecteur (figure 5). La pièce 54 est un secteur annulaire à profil en U inversé qui recouvre la jonction entre deux plates-formes internes adjacentes, en étant en contact avec les faces internes des parties d'extrémité de ces plates-formes, les ailes de la pièce 54 s'appuyant sur les flancs en regard des pieds 60 des deux aubes adjacentes.

En outre, la plate-forme externe 46 de l'aube 40 a une dimension circonférentielle supérieure à celle d'une plate-forme externe d'aube monopale. Cela permet de former une ou plusieurs léchettes d'étanchéité 50 qui s'étendent de façon continue sur une plus grande distance en direction circonférentielle, donc offre une possibilité d'amélioration de l'étanchéité entre le sommet des aubes mobiles 40 et le revêtement abradable situé en regard sur le stator 22.

d'amélioration de l'étanchéité entre le sommet des aubes mobiles 40 et le revêtement abradable situé en regard sur le stator 22.

180 Selon une caractéristique particulière de l'invention, l'ajustement de la fréquence de résonance propre d'une aube mobile 40 est réalisé par action sur la configuration du pied de l'aube.

Avec un pied 60 creux tel que celui de l'exemple de réalisation illustré par les figures 3 et 4, l'ajustement de la fréquence de résonance peut être réalisé en réglant l'épaisseur de matière au niveau du col 64, ou
185 partie la plus rétrécie du pied, c'est-à-dire la somme des épaisseurs 64a et 64b (figure 4) de chaque côté de l'évidement. Le réglage d'épaisseur peut être effectué en jouant dans un sens ou dans l'autre sur la largeur de l'évidement 62 au niveau du col 64, ce qui n'influence pas les dimensions extérieures du pied 60. Les épaisseurs 64a et 64b ne sont pas
190 nécessairement égales. Une latitude assez grande d'ajustement de la fréquence de résonance de l'aube est alors offerte sans affecter le comportement aérodynamique et l'encombrement de l'aube mobile.

On notera en outre que la réalisation d'un pied creux contribue à réduire la masse de l'aube mobile tout en offrant une possibilité de
195 refroidissement par présence d'une cavité ouverte au voisinage de la plate-forme interne, et ce sans affecter la tenue mécanique. Dans l'exemple illustré, cette tenue mécanique, notamment la capacité à supporter les contraintes exercées sur l'aube mobile, est principalement fonction des épaisseurs de la plate-forme interne et des flancs 66a, 66b du
200 pied 60, ainsi que de la base 68 du pied 60.

Sur la figure 6, la courbe I représente la fréquence de résonance propre F d'une aube mobile de turbine BP de turboréacteur aéronautique, telle que celle des figures 3 et 4, en fonction de la vitesse de rotation de la turbine BP. Cette fréquence F a pu être ajustée en
205 réglant l'épaisseur de matière au niveau du col du pied creux. Sur la même figure, la courbe $N_2 - N_1$ représente le mode d'excitation principal aux plus basses fréquences, N_2 et N_1 étant respectivement les vitesses de rotation des turbines HP et BP.

A titre de comparaison, la courbe II représente la fréquence de
210 résonance propre F' d'une aube mobile mono-pale existante ayant une pale de mêmes dimensions et forme que celle de chacune des deux pales de l'aube de fréquence de résonance égale à F, l'aube monopale et l'aube

Selon une caractéristique particulière de l'invention, l'ajustement de la fréquence de résonance propre d'une aube mobile 40 est réalisé par action sur la configuration du pied de l'aube.

5 Avec un pied 60 creux tel que celui de l'exemple de réalisation illustré par les figures 3 et 4, l'ajustement de la fréquence de résonance peut être réalisé en réglant l'épaisseur de matière au niveau du col 64, ou
10 partie la plus rétrécie du pied, c'est-à-dire la somme des épaisseurs 64a et 64b (figure 4) de chaque côté de l'évidement. Le réglage d'épaisseur peut être effectué en jouant dans un sens ou dans l'autre sur la largeur de l'évidement 62 au niveau du col 64, ce qui n'influence pas les dimensions
15 extérieures du pied 60. Les épaisseurs 64a et 64b ne sont pas nécessairement égales. Une latitude assez grande d'ajustement de la fréquence de résonance de l'aube est alors offerte sans affecter le comportement aérodynamique et l'encombrement de l'aube mobile.

20 On notera en outre que la réalisation d'un pied creux contribue à réduire la masse de l'aube mobile tout en offrant une possibilité de refroidissement par présence d'une cavité ouverte au voisinage de la plate-forme interne, et ce sans affecter la tenue mécanique. Dans l'exemple illustré, cette tenue mécanique, notamment la capacité à
25 supporter les contraintes exercées sur l'aube mobile, est principalement fonction des épaisseurs de la plate-forme interne et des flancs 66a, 66b du pied 60, ainsi que de la base 68 du pied 60.

30 Sur la figure 6, la courbe I représente la fréquence de résonance propre F d'une aube mobile de turbine BP de turboréacteur aéronautique, telle que celle des figures 3 et 4, en fonction de la vitesse de rotation de la turbine BP. Cette fréquence F a pu être ajustée en réglant l'épaisseur de matière au niveau du col du pied creux. Sur la même figure, la courbe $N_2 - N_1$ représente le mode d'excitation principal aux plus basses fréquences, N_2 et N_1 étant respectivement les vitesses de
35 rotation des turbines HP et BP.

A titre de comparaison, la courbe II représente la fréquence de résonance propre F' d'une aube mobile mono-pale existante ayant une pale de mêmes dimensions et forme que celle de chacune des deux pales de l'aube de fréquence de résonance égale à F, l'aube monopale et l'aube
35 bipale étant destinées à former des roues de turbine de mêmes dimensions substituables l'une à l'autre.

bipale étant destinées à former des roues de turbine de mêmes dimensions substituables l'une à l'autre.

215 On constate que la fréquence de résonance F' présente, au régime de rotation élevé, une valeur seulement 14 % plus élevée que celle correspondant au mode d'excitation $N_2 - N_1$. Or, il apparaît qu'une augmentation de la fréquence F' afin de plus l'éloigner du mode d'excitation $N_2 - N_1$ n'est pas en pratique possible sans affecter le
220 comportement mécanique ou aérodynamique de l'aube monopale.

Par contre, par l'utilisation d'une aube bipale, il est possible en jouant sur la configuration du pied commun aux deux pales, d'ajuster la fréquence de résonance propre pour lui conférer une valeur suffisamment éloignée de celle du mode d'excitation $N_2 - N_1$ pour éviter un risque de
225 vibrations indésirables, notamment une valeur supérieure de plus de 14 %, et de préférence d'au moins 20 % au mode $N_2 - N_1$. Ainsi, comme le montre la figure 6, la fréquence de résonance F obtenue avec l'aube bipale utilisée a pu être ajustée à une valeur supérieure de 35 % au mode d'excitation $N_2 - N_1$, c'est-à-dire 21 % de plus par rapport à l'aube
230 monopale.

En outre, selon une autre caractéristique de l'invention, la latitude offerte dans l'ajustement de la fréquence de résonance des aubes mobiles permet de régler cette fréquence à des valeurs sensiblement différentes pour des aubes appartenant à une même roue mobile et/ou
235 pour des aubes appartenant à différentes roues mobiles constituant la turbine BP. Par valeurs sensiblement différentes, on entend ici des valeurs de fréquence de résonance qui sont différentes d'au moins 1%. Avantagusement, les différentes fréquences sont ajustées à des valeurs supérieures de plus de 14%, et de préférence d'au moins 20% au mode
240 d'excitation basse fréquence $N_2 - N_1$, tel que défini plus haut.

Ainsi, dans au moins certaines des roues mobiles, et de préférence dans chacune des roues mobiles formant un étage de turbine BP, on pourra utiliser des aubes n'ayant pas toutes la même fréquence de résonance, afin de réaliser un désaccordage de la roue mobile. La
245 variation de fréquence de résonance est réalisée en conférant des configurations différentes aux pieds, notamment des formes différentes aux évidements des pieds. Il est possible aussi, dans une même roue d'assembler des aubes à pied creux avec des aubes à pied plein, dépourvu

On constate que la fréquence de résonance F' présente, au régime de rotation élevé, une valeur seulement 14 % plus élevée que celle correspondant au mode d'excitation $N_2 - N_1$. Or, il apparaît qu'une augmentation de la fréquence F' afin de plus l'éloigner du mode d'excitation $N_2 - N_1$ n'est pas en pratique possible sans affecter le comportement mécanique ou aérodynamique de l'aube monopale.

Par contre, par l'utilisation d'une aube bipale, il est possible en jouant sur la configuration du pied commun aux deux pales, d'ajuster la fréquence de résonance propre pour lui conférer une valeur suffisamment éloignée de celle du mode d'excitation $N_2 - N_1$ pour éviter un risque de vibrations indésirables, notamment une valeur supérieure de plus de 14 %, et de préférence d'au moins 20 % au mode $N_2 - N_1$. Ainsi, comme le montre la figure 6, la fréquence de résonance F obtenue avec l'aube bipale utilisée a pu être ajustée à une valeur supérieure de 35 % au mode d'excitation $N_2 - N_1$, c'est-à-dire 21 % de plus par rapport à l'aube monopale.

En outre, selon une autre caractéristique de l'invention, la latitude offerte dans l'ajustement de la fréquence de résonance des aubes mobiles permet de régler cette fréquence à des valeurs sensiblement différentes pour des aubes appartenant à une même roue mobile et/ou pour des aubes appartenant à différentes roues mobiles constituant la turbine BP. Par valeurs sensiblement différentes, on entend ici des valeurs de fréquence de résonance qui sont différentes d'au moins 1%. Avantagusement, les différentes fréquences sont ajustées à des valeurs supérieures de plus de 14%, et de préférence d'au moins 20% au mode d'excitation basse fréquence $N_2 - N_1$, tel que défini plus haut.

Ainsi, dans au moins certaines des roues mobiles, et de préférence dans chacune des roues mobiles formant un étage de turbine BP, on pourra utiliser des aubes n'ayant pas toutes la même fréquence de résonance, afin de réaliser un désaccordage de la roue mobile. La variation de fréquence de résonance est réalisée en conférant des configurations différentes aux pieds, notamment des formes différentes aux évidements des pieds. Il est possible aussi, dans une même roue d'assembler des aubes à pied creux avec des aubes à pied plein, dépourvu d'évidement. Afin de limiter le nombre de pièces différentes, on pourra utiliser, pour une même roue, seulement quelques configurations

d'évidement. Afin de limiter le nombre de pièces différentes, on pourra
250 utiliser, pour une même roue, seulement quelques configurations
différentes de pieds d'aubes. On évite ainsi l'apparition de vibrations
simultanément pour toutes les aubes d'une roue.

On peut aussi conférer aux aubes d'une roue mobile une
fréquence de résonance différente de celle des aubes d'une autre roue
255 mobile afin de réaliser un désaccordage entre roues mobiles différentes.
La variation de fréquence de résonance d'une roue à l'autre peut être
obtenue en choisissant les configurations des pieds d'aubes à cet effet,
notamment les formes des évidements des pieds d'aubes. Il est possible
aussi de réaliser certaines des roues mobiles avec des aubes ayant un
260 pied plein, dépourvu d'évidement. On évite ainsi l'apparition de vibrations
simultanément dans toutes les roues mobiles de la turbine.

Les deux possibilités ci-dessus peuvent être combinées, c'est-à-
dire avec des roues mobiles qui sont au moins pour certaines
désaccordées avec des ensembles de fréquences de résonance d'aubes
265 différents entre roues différentes.

Différentes modifications pourront être apportées au mode de
réalisation décrit plus haut sans sortir du cadre de l'invention.

Ainsi, selon un autre mode de réalisation illustré
schématiquement par la figure 7, l'aube 140 se distingue de celle des
270 figures 3 et 4 uniquement en ce que le pied 160 de l'aube 140 est en
forme de sapin. L'ajustement de la fréquence peut être réalisé comme
décrit plus haut en conférant une configuration particulière à un
évidement 162, de préférence borgne, formé dans le pied 160.
L'évidement 162 peut s'ouvrir par un orifice 163 à la base du pied 160.

275 Selon un autre mode de réalisation, l'aube mobile pourra
comporter plus de deux pales réunies avec une plate-forme externe, une
plate-forme interne et un pied communs.

Bien que l'on ait envisagé ci-avant le cas d'une turbine BP de
turbomachine, l'invention peut s'appliquer aussi aux roues mobiles de
280 turbines HP de turbomachines. L'invention peut en outre s'appliquer non
seulement aux turbines aéronautiques, mais aussi aux turbines
industrielles.

différentes de pieds d'aubes. On évite ainsi l'apparition de vibrations simultanément pour toutes les aubes d'une roue.

On peut aussi conférer aux aubes d'une roue mobile une fréquence de résonance différente de celle des aubes d'une autre roue mobile afin de réaliser un désaccordage entre roues mobiles différentes. La variation de fréquence de résonance d'une roue à l'autre peut être obtenue en choisissant les configurations des pieds d'aubes à cet effet, notamment les formes des évidements des pieds d'aubes. Il est possible aussi de réaliser certaines des roues mobiles avec des aubes ayant un pied plein, dépourvu d'évidement. On évite ainsi l'apparition de vibrations simultanément dans toutes les roues mobiles de la turbine.

Les deux possibilités ci-dessus peuvent être combinées, c'est-à-dire avec des roues mobiles qui sont au moins pour certaines désaccordées avec des ensembles de fréquences de résonance d'aubes différents entre roues différentes.

Différentes modifications pourront être apportées au mode de réalisation décrit plus haut sans sortir du cadre de l'invention.

Ainsi, selon un autre mode de réalisation illustré schématiquement par la figure 7, l'aube 140 se distingue de celle des figures 3 et 4 uniquement en ce que le pied 160 de l'aube 140 est en forme de sapin. L'ajustement de la fréquence peut être réalisé comme décrit plus haut en conférant une configuration particulière à un évidement 162, de préférence borgne, formé dans le pied 160. L'évidement 162 peut s'ouvrir par un orifice 163 à la base du pied 160.

Selon un autre mode de réalisation, l'aube mobile pourra comporter plus de deux pales réunies avec une plate-forme externe, une plate-forme interne et un pied communs.

Bien que l'on ait envisagé ci-avant le cas d'une turbine BP de turbomachine, l'invention peut s'appliquer aussi aux roues mobiles de turbines HP de turbomachines. L'invention peut en outre s'appliquer non seulement aux turbines aéronautiques, mais aussi aux turbines industrielles.

REVENDEICATIONS

285 1. Procédé pour la réalisation d'une turbine pour turbomachine,
la turbine comprenant au moins une roue mobile munie d'aubes, procédé
selon lequel on utilise pour la ou chaque roue mobile des aubes
comportant chacune au moins deux pales réunies à une plate-forme
externe, une plate-forme interne et un pied communs, caractérisé en ce
290 que l'on confère volontairement aux pieds d'aubes appartenant à une
même roue et/ou aux pieds d'aubes appartenant à deux roues différentes
des configurations différentes pour ajuster les fréquences de résonance
propres de ces aubes à des valeurs sensiblement différentes et réaliser
ainsi un désaccordage entre aubes d'une même roue et/ou de deux roues
295 différentes.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on
on utilise des aubes dont au moins certaines ont un pied creux dans lequel
est formé un évidement.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on
300 confère des configurations différentes à des aubes au niveau des
évidements de leurs pieds.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que l'on utilise des aubes dont certaines ont un pied
plein dépourvu d'évidement.

305 5. Procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une
aube mobile de turbine pour turbomachine, caractérisé en ce que l'on
réalise l'aube avec au moins deux pales réunies avec une plate-forme
interne, une plate-forme externe et un pied communs et on aménage la
forme du pied pour ajuster la fréquence de résonance propre de l'aube.

310 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on
ajuste la fréquence de résonance propre de l'aube en formant un
évidement dans le pied de l'aube.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'on
réalise l'aube avec un pied en forme de bulbe et on ajuste la fréquence de
315 résonance par action sur l'épaisseur de matière, de part et d'autre de
l'évidement, au niveau d'une partie du pied en forme de col.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7 pour
l'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube d'une turbine de

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour la réalisation d'une turbine pour turbomachine, la turbine comprenant au moins une roue mobile munie d'aubes, procédé
5 selon lequel on utilise pour la ou chaque roue mobile des aubes (40 ; 140) comportant chacune au moins deux pales (42 ; 44) réunies à une plate-forme externe (46), une plate-forme interne (48) et un pied (60 ; 160) communs, caractérisé en ce que l'on confère volontairement aux pieds d'aubes (60 ; 160) appartenant à une même roue et/ou aux pieds d'aubes
10 (60 ; 160) appartenant à deux roues différentes des configurations différentes pour ajuster les fréquences de résonance propres de ces aubes à des valeurs sensiblement différentes et réaliser ainsi un désaccordage entre aubes d'une même roue et/ou de deux roues différentes.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on
15 utilise des aubes (40 ; 140) dont au moins certaines ont un pied (60 ; 160) creux dans lequel est formé un évidement (62 ; 162).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on confère des configurations différentes à des aubes au niveau des évidements (62 ; 162) de leurs pieds.

20 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on utilise des aubes dont certaines ont un pied plein dépourvu d'évidement.

5. Procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube mobile de turbine pour turbomachine, caractérisé en ce que l'on
25 réalise l'aube (40 ; 140) avec au moins deux pales réunies avec une plate-forme interne, une plate-forme externe et un pied (60 ; 160) communs et on aménage la forme du pied pour ajuster la fréquence de résonance propre de l'aube.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on
30 ajuste la fréquence de résonance propre de l'aube en formant un évidement (62 ; 162) dans le pied de l'aube.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'on réalise l'aube avec un pied (60) en forme de bulbe et on ajuste la fréquence de résonance par action sur l'épaisseur de matière, de part et
35 d'autre de l'évidement, au niveau d'une partie du pied en forme de col (64).

turbomachine ayant une turbine haute-pression (HP) et une turbine basse-pression (BP), caractérisé en ce que la fréquence de résonance propre de l'aube est ajustée à une valeur supérieure de plus de 14% au mode d'excitation correspondant à $N_2 - N_1$ où N_2 et N_1 sont les vitesses de rotation des turbines HP et BP.

5 9. Turbine étagée pour turbomachine, la turbine comprenant au moins une roue mobile munie d'aubes qui comportent chacune au moins deux pales réunies à une plate-forme externe, une plate-forme interne et un pied communs, caractérisée en ce que des pieds d'aubes d'une roue
10 mobile et/ou de roues mobiles différentes présentent des configurations différentes telles que ces aubes ont des fréquences de résonance propres sensiblement différentes.

10. Turbine selon la revendication 9, caractérisée en ce que certaines au moins des aubes ont un pied creux dans lequel est formé un
15 évidement.

11. Turbine selon la revendication 10, caractérisée en ce que l'évidement s'ouvre sur un côté au moins du pied.

12. Turbine selon la revendication 11, caractérisée en ce que l'évidement est borgne, s'ouvrant sur un côté seulement du pied.

20 13. Turbine selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisée en ce que des pieds creux d'aubes différentes ont des configurations différentes au niveau de leurs évidements.

14. Turbine selon la revendication 11, caractérisée en ce que certaines des aubes ont un pied plein dépourvu d'évidement.

25 15. Turbine selon l'une quelconque des revendications 9 à 14 pour turbomachine ayant une turbine haute-pression (HP) et une turbine basse-pression (BP), caractérisée en ce que chaque aube mobile de la turbine a une fréquence propre de résonance supérieure de plus de 14% au mode d'excitation correspondant à $N_2 - N_1$, où N_2 et N_1 sont les vitesses
30 de rotation des turbines HP et BP.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7 pour l'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube (40 ; 140) d'une turbine de turbomachine ayant une turbine haute-pression (HP) et une turbine basse-pression (BP), caractérisé en ce que la fréquence de résonance propre de l'aube est ajustée à une valeur supérieure de plus de 14% au mode d'excitation correspondant à $N_2 - N_1$ où N_2 et N_1 sont les vitesses de rotation des turbines HP et BP.

9. Turbine étagée pour turbomachine, la turbine comprenant au moins une roue mobile munie d'aubes (40 ; 140) qui comportent chacune au moins deux pales (42 ; 44) réunies à une plate-forme externe (46), une plate-forme interne (48) et un pied communs (60 ; 160), caractérisée en ce que des pieds d'aubes (60 ; 160) d'une roue mobile et/ou de roues mobiles différentes présentent des configurations différentes telles que ces aubes ont des fréquences de résonance propres sensiblement différentes.

10. Turbine selon la revendication 9, caractérisée en ce que certaines au moins des aubes (40 ; 140) ont un pied creux (60 ; 160) dans lequel est formé un évidement (62 ; 162).

11. Turbine selon la revendication 10, caractérisée en ce que l'évidement (62 ; 162) s'ouvre sur un côté au moins du pied (60 ; 160).

12. Turbine selon la revendication 11, caractérisée en ce que l'évidement (62 ; 162) est borgne, s'ouvrant sur un côté seulement du pied (60 ; 160).

13. Turbine selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisée en ce que des pieds creux (60 ; 160) d'aubes différentes ont des configurations différentes au niveau de leurs évidements.

14. Turbine selon la revendication 11, caractérisée en ce que certaines des aubes ont un pied plein dépourvu d'évidement.

15. Turbine selon l'une quelconque des revendications 9 à 14 pour turbomachine ayant une turbine haute-pression (HP) et une turbine basse-pression (BP), caractérisée en ce que chaque aube mobile (40 ; 140) de la turbine a une fréquence propre de résonance supérieure de plus de 14% au mode d'excitation correspondant à $N_2 - N_1$, où N_2 et N_1 sont les vitesses de rotation des turbines HP et BP.

1/3

FIG.1

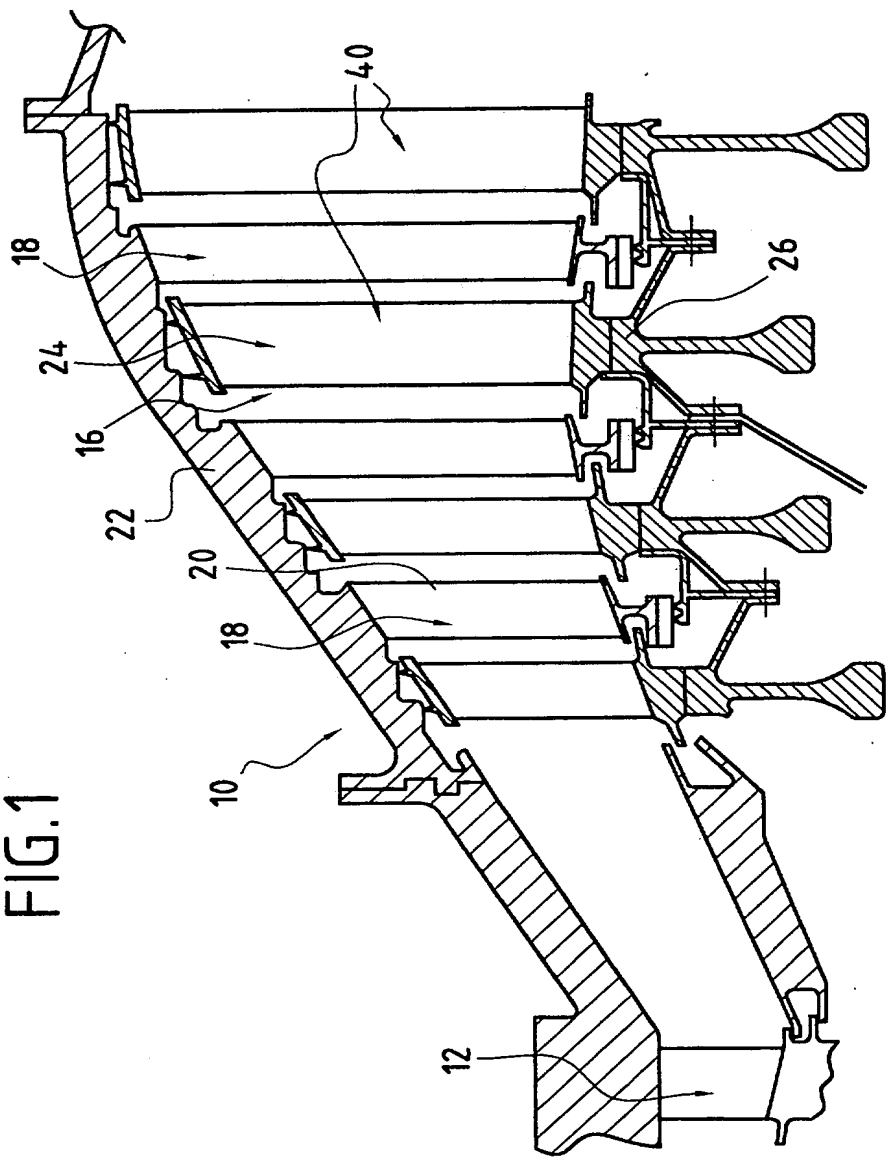
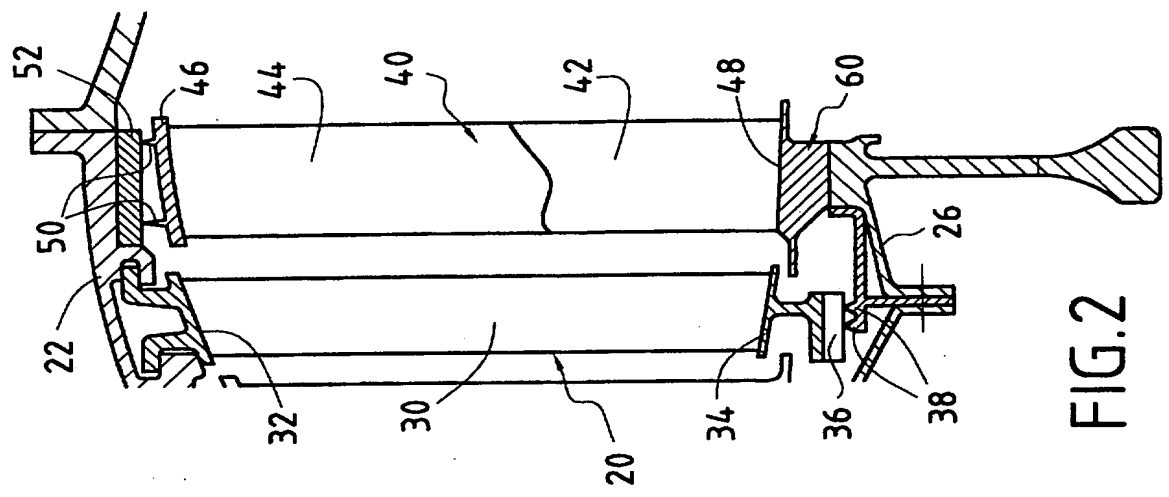
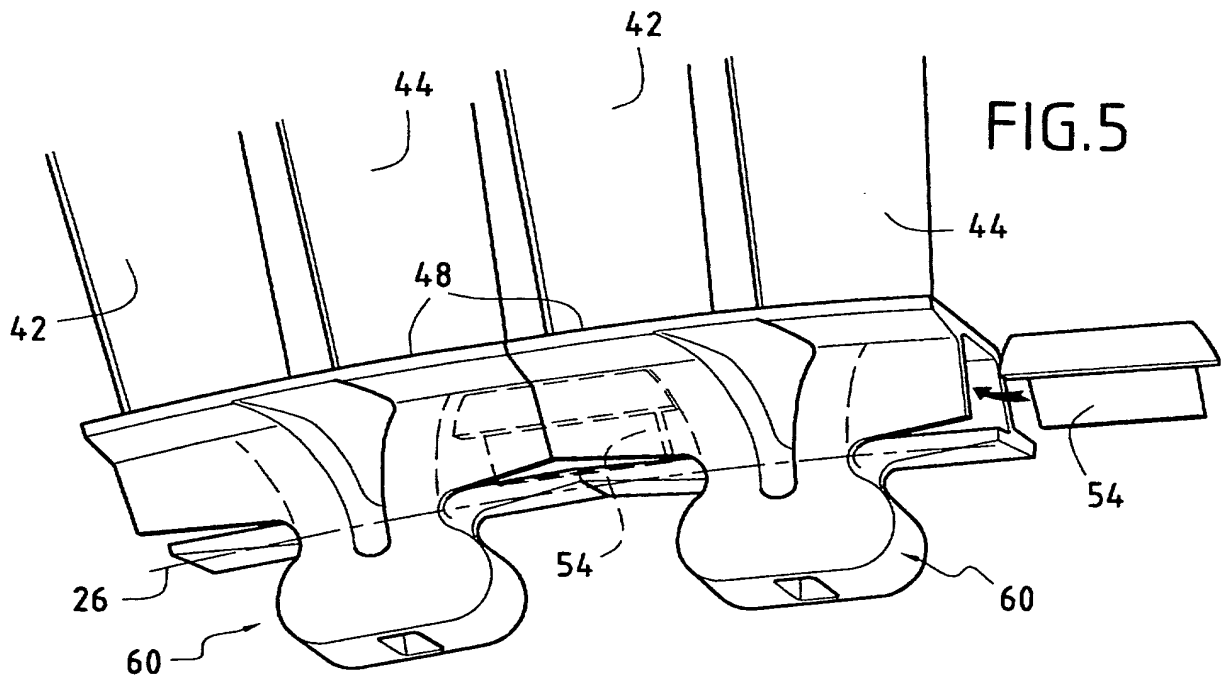
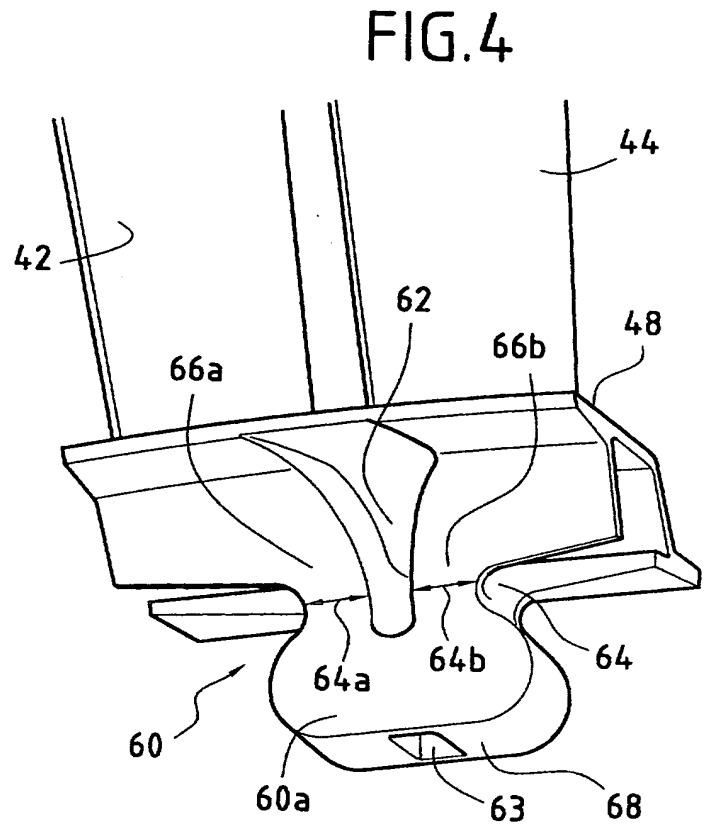
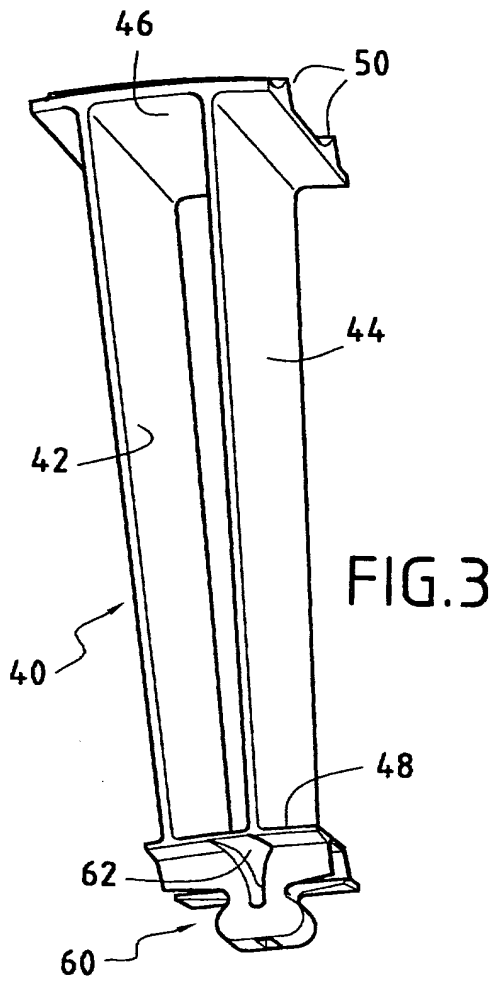


FIG.2



40



3/3

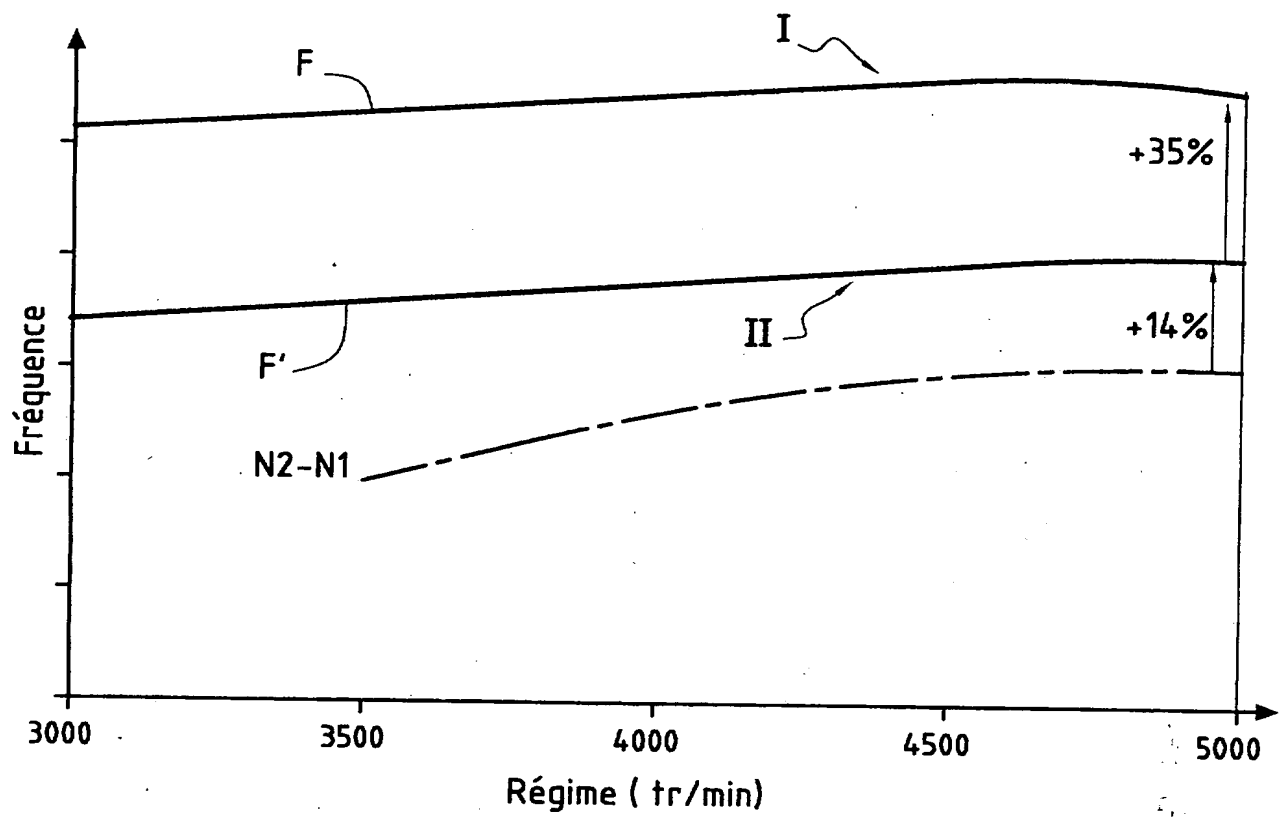


FIG.6

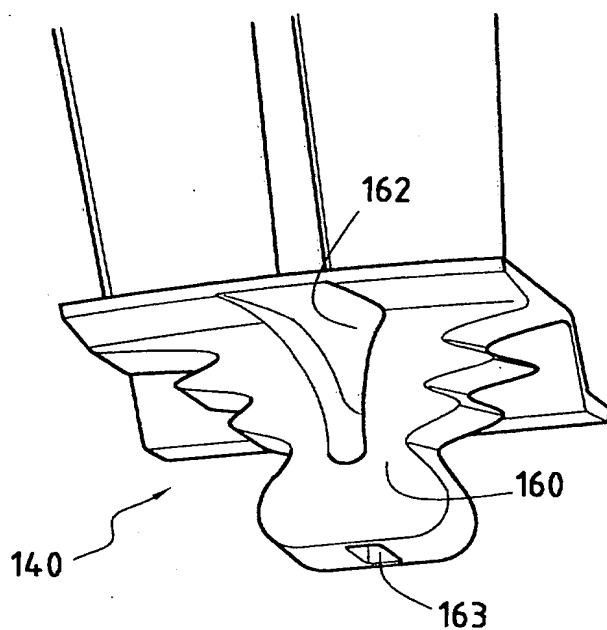


FIG.7

reçue le 24/12/03



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08



Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / .4.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		H105790/486 JJJ	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 01 715	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Réalisation de turbines pour turbomachines ayant des aubes à fréquences de résonance ajustées différentes et procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube de turbine			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
SNECMA MOTEURS			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		BALLERON	
Prénoms		Charles	
Adresse	Rue	81, avenue Carnot	
	Code postal et ville	78500	SARTROUVILLE FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BION	
Prénoms		Claude	
Adresse	Rue	34, rue Pasteur	
	Code postal et ville	95230	
Société d'appartenance (facultatif)		SAINT LEU LA FORET FRANCE	
Nom		GIRARD	
Prénoms		Patrick, Joseph, Marie	
Adresse	Rue	3, rue des Fabriques	
	Code postal et ville	77000	MELUN FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 23 décembre 2003		 J. J. JOLY N° CPI 92-1123  cabinet beau de lomélie 158, Rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07	

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235*02

DÉPARTEMENT DES BREVETS26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08



Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2. / 4

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		H105790/486 JJJ	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 01 715	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Réalisation de turbines pour turbomachines ayant des aubes à fréquences de résonance ajustées différentes et procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube de turbine			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
SNECMA MOTEURS			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		LESCURE	
Prénoms		Xavier, Firmin, Camille, Jean	
Adresse	Rue	92, rue Paul Jozon	
	Code postal et ville	77300	FONTAINEBLEAU FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		LOPEZ	
Prénoms		José	
Adresse	Rue	165, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94230	CACHAN FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		POPINET	
Prénoms		Henri, Claude, Daniel	
Adresse	Rue	38-40, rue du Révérend Père Christian Gilbert	
	Code postal et ville	92600	ASNIERES FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 J. J. JOLY N° CPI 92-1123	
Paris, le 23 décembre 2003		 cabinet beau de lomélie 158, Rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07	

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08



Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 3. / 4..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		H105790/486 JJJ	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 01 715	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Réalisation de turbines pour turbomachines ayant des aubes à fréquences de résonance ajustées différentes et procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube de turbine			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
SNECMA MOTEURS			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		ROSSET	
Prénoms		Patrice, Jean-Marc	
Adresse	Rue	519, avenue de Bir Hakeim	
	Code postal et ville	77350	LE MEE SUR SEINE FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		ROSSI	
Prénoms		Patrick	
Adresse	Rue	6, avenue de Colombes	
	Code postal et ville	92600	ASNIERES SUR SEINE FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		SOUPIZON	
Prénoms		Jean-Luc	
Adresse	Rue	171, rue de la Flotte	
	Code postal et ville	77000	VAUX LE PENIL FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 J. J. JOLY N° CPI 92-1123	
Paris, le 23 décembre 2003		 cabinet beau de loménil 158, Rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07	

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235*02

DÉPARTEMENT DES BREVETS26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08



Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 4. / 4..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		H105790/486 JJJ	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 01 715	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Réalisation de turbines pour turbomachines ayant des aubes à fréquences de résonance ajustées différentes et procédé d'ajustement de la fréquence de résonance d'une aube de turbine			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
SNECMA MOTEURS			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		TOURBIER	
Prénoms		Sandrine	
Adresse	Rue	47, boulevard Solférino	
	Code postal et ville	92500	RUEIL MALMAISON FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
Paris, le 23 décembre 2003		 J. J. JOLY N° CPI 92-1123	
		 cabinet Beau de Loménie 158, Rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07	

THIS PAGE BLANK (USPTO)



22850

703-413-3000

SERIAL NO.: 10/776,290

FILING DATE: February 12, 2004